

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-236065

(43)Date of publication of application : 19.08.2004

(51)Int.Cl. H04J 11/00
H04L 7/08

(21)Application number : 2003-023165 (71)Applicant : MOTOROLA INC

(22)Date of filing : 31.01.2003 (72)Inventor : AKITA HIDENORI
IKEDA SATORU

(54) OFDM COMMUNICATION DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an OFDM communication device capable of conducting high quality transmission even if electric power for synchronization preamble is reduced.

SOLUTION: At a symbol synchronization method in an OFDM communication device a zero amplitude reduced preamble signal is obtained by passing a predetermined synchronization preamble into an ideal low-pass filter to reduce signal components near a zero amplitude in a time domain. An OFDM signal to be transmitted is generated by time-multiplexing the zero amplitude reduced preamble signal with data to be transmitted. At a receiver side reciprocal correlation between a predetermined synchronization preamble having a pattern same as a transmitter side and a received signal is determined and a synchronization position is detected based on the cross correlation.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is a transmitter in an OFDM communication device which performs a synchronization between a transmitter and a receiver using a preamble for a synchronization

A transmitter in an OFDM communication device time-multiplexed-generating an OFDM sending signal by using as send data a zero amplitude reduction preamble signal which reduced and obtained a signal component near [in a segment of time] the zero amplitude by letting an ideal low pass filter pass for a predetermined preamble for a synchronization.

[Claim 2]

A transmitter in the OFDM communication device according to claim 1 wherein said ideal low pass filter possesses a zero filling part which carries out zero filling of the ingredient more than predetermined frequency of an output of an FFT section which carries out Fast Fourier Transform (FFT) of the input signal and this FFT section.

[Claim 3]

A transmitter in the OFDM communication device according to claim 2 wherein said ideal low pass filter is constituted by table which memorized a value obtained when it lets said ideal low pass filter pass for this input signal corresponding to a value of each input signal.

[Claim 4]

A transmitter in the OFDM communication device according to claim 1 wherein said ideal low pass filter is constituted by table which memorized a value obtained when it lets said ideal low pass filter pass for this input signal corresponding to a value of each input signal.

[Claim 5]

It is used for any 1 paragraph of said claims 1 thru/or 4 with a transmitter of a statement
A receiver in an OFDM communication device possessing a synchronous timing primary detecting element which searches for cross correlation of a predetermined preamble for a synchronization of the same pattern as the transmitting side and an input signal and detects a synchronous position based on this cross correlation.

[Claim 6]

A receiver in the OFDM communication device according to claim 5 making into a synchronous position a position which shifted only predetermined timing from a peak position of said cross correlation.

[Claim 7]

It is an OFDM communication device which performs a synchronization between a transmitter and a receiver using a preamble for a synchronization

A transmitter which time-multiplied-generates an OFDM sending signal by using as send data a zero amplitude reduction preamble signal which reduced and obtained a signal component near [in a segment of time] the zero amplitude by letting an ideal low pass filter pass for a predetermined preamble for a synchronization
And a receiver provided with a synchronous timing primary detecting element which searches for cross correlation of a predetermined preamble for a synchronization of the same pattern as the transmitting side and an input signal and detects a synchronous position based on this cross correlation

A providing OFDM communication device.

[Claim 8]

The OFDM communication device according to claim 7 wherein said ideal low pass filter possesses a zero filling part which carries out zero filling of the ingredient more than predetermined frequency of an output of an FFT section which carries out Fast Fourier Transform (FFT) of the input signal and this FFT section.

[Claim 9]

The OFDM communication device according to claim 7 or 8 wherein said ideal low pass filter is constituted by table which memorized a value obtained when it lets said ideal low pass filter pass for this input signal corresponding to a value of each input signal.

[Claim 10]

The OFDM communication device according to claim 7 making into a synchronous position a position which shifted only predetermined timing from a peak position of said cross correlation in said receiver.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

In the OFDM communication device which performs the symbol synchronization between a transmitter and a receiver especially using the preamble for a synchronization about the symbol synchronization method [in / in this invention / an orthogonal frequency division multiplex (OFDM) communication apparatus] Even when the electric power of the preamble for a synchronization is reduced it is related with the art of enabling it to prevent degradation of a communication characteristic.

[0002]

[Description of the Prior Art]

Drawing 9 shows the composition of the outline of the conventional OFDM communication device of performing the symbol synchronization in the case of performing OFDM communication using the preamble for a synchronization. The communication apparatus of the figure equips the transmitter side with the preamble generating part 91 the data supply part 93 the time multiplied part 95 the zero insert portion 97 the reverse Fast Fourier Transform (IFFT) part 99 and the guard-intervals (GI) insert portion 101.

[0003]

The receiver end is equipped with the portion which supplies the preamble (tx_preamble) of the segment of time provided with the preamble generating part 91 the zero insert portion 97 a IFFT part 99 a and the GI insert portion 101 a and the synchronous timing primary detecting element 107. The synchronous timing primary detecting element 107 has the cross correlation calculation part 103 and the synchronous timing calculation part 105.

[0004]

In such composition time multiplied of the preamble data of the prescribed pattern supplied to the transmitter side from the preamble generating part 91 and the data for transmission supplied from the data supply part 93 is carried out in the time multiplied part (MUX) 95. In IFFT part 99 the data by which time multiplied was

carried out performs reverse Fast Fourier Transform after performing zero insertion (eye zero **) for preventing interference with an external signal in the zero insert portion 97 etc. Next in the GI insert portion 101 in order to oppress multipath interference guard intervals (GI) are added and the transmitting OFDM signal which consists of an OFDM symbol which consists of guard intervals and an information part is generated.

[0005]

In a receiver end the preamble (tx_preamble) for a synchronization of the segment of time generated by the same pattern as the transmitter side is generated. This preamble for a synchronization is generated by the preamble generating part 91 at the zero insert portion 97, the IFFT part 99 and the GI insert portion 101a. The input signal and cross correlation to which the preamble (tx_preamble) for a synchronization of such a segment of time was sent from the transmitter side in the cross correlation calculation part 103 are calculated. The synchronous timing calculation part 105 searches for the position which shifted only predetermined time from the position of this peak value and generates synchronous timing data. This can perform the symbol synchronization of the transmitter side and receiver end in an OFDM communication device.

[0006]

However the preamble (tx_preamble) for a synchronization used in order to search for cross correlation by a receiver end has Gaussian distribution and a dynamic range needs the number of bits of a large part and the computational complexity in the cross correlation calculation part 103 becomes huge. For this reason quantizing the preamble for a synchronization of a segment of time to 1 bit and reducing the computational complexity of the cross correlation calculation part 103 as a preamble for a synchronization is proposed. ("Timing synchronization method of OFDM communication system in frequency-selective-fading environment" Institute of Electronics Information and Communication Engineers paper magazine Band Vol. J84-B No. 7, pp. 1255-1264 July 2001 even others.)

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

As mentioned above in conventional technology calculation of the cross correlation of the preamble for a synchronization of a segment of time and an input signal not having mostly practical computational complexity therefore quantizing the preamble for a synchronization to 1 bit since the amplitude distribution of both signals is Gaussian distribution of the average value 0 and using is proposed. In an OFDM communication device in order to reduce the interference to the computation time of cross correlation and the data of the preamble for a synchronization it is desirable to reduce the transmission power of the preamble for a synchronization as much as possible. However when the preamble for a synchronization was quantized and used for 1 bit as mentioned above and the transmission power of the preamble for a synchronization was reduced there was inconvenience that communication characteristics such as a bit error rate (BER) will deteriorate.

[0008]

Therefore an object of this invention is to provide the symbol synchronization method in the OFDM communication device which can make characteristic degradation less than before also when the transmission power of the preamble for a synchronization is reduced in view of the problem in the above-mentioned conventional technology.

[0009]

[Means for Solving the Problem]

According to one mode of this invention a transmitter in an OFDM communication device which performs a synchronization between a transmitter and a receiver using a preamble for a synchronization is provided. This transmitter time-multiplied-generates an OFDM sending signal by using as send data a zero amplitude reduction preamble signal which reduced and obtained a signal component near [in a segment of time] the zero amplitude by letting an ideal low pass filter pass for a predetermined preamble for a synchronization.

[0010]

In this case if said ideal low pass filter possesses a zero filling part which carries out zero filling of the ingredient more than predetermined frequency of an output of an FFT section which carries out Fast Fourier Transform (FFT) of the input signal and this FFT section it is convenient.

[0011]

A table which memorized a value obtained when it lets said ideal low pass filter pass for this input signal corresponding to a value of each input signal can constitute said ideal low pass filter.

[0012]

If said ideal low pass filter is constituted by table which memorized a value obtained when it lets said ideal low pass filter pass for this input signal corresponding to a value of each input signal it is convenient.

[0013]

In another mode of this invention it is used with said transmitter cross correlation of a predetermined preamble for a synchronization of the same pattern as the transmitting side and an input signal is searched for and a receiver in an OFDM communication device possessing a synchronous timing primary detecting element which detects a synchronous position based on this cross correlation is provided.

[0014]

In this case it is convenient if a position which shifted only predetermined timing from a peak position of said cross correlation is made into a synchronous position.

[0015]

In another mode of this invention an OFDM communication device which performs a synchronization between a transmitter and a receiver using a preamble for a synchronization is provided. A transmitter which this OFDM communication device carries out time multiplied of the zero amplitude reduction preamble signal which reduced and obtained a signal component near [in a segment of time] the zero amplitude by letting an ideal low pass filter pass for a predetermined preamble for a synchronization to send data and generates an OFDM sending signal. And cross

correlation of a predetermined preamble for a synchronization of the same pattern as the transmitting side and an input signal is searched for and a receiver provided with a synchronous timing primary detecting element which detects a synchronous position based on this cross correlation is provided.

[0016]

In this case if said ideal low pass filter possesses a zero filling part which carries out zero filling of the ingredient more than predetermined frequency of an output of an FFT section which carries out Fast Fourier Transform (FFT) of the input signal and this FFT section it is convenient.

[0017]

Said ideal low pass filter can be constituted by table which memorized a value obtained when it lets said ideal low pass filter pass for this input signal corresponding to a value of each input signal.

[0018]

It is convenient if a position which shifted only predetermined timing from a peak position of said cross correlation in said receiver is made into a synchronous position.

[0019]

[Embodiment of the Invention]

With reference to drawings it explains per desirable embodiment of this invention below.

Drawing 1 shows the composition of the outline of the OFDM communication device concerning one embodiment of this invention. The communication apparatus of the figure to the transmitter side The preamble generating part 1 and the Fast Fourier Transform (FFT) part 3 It has the synchronizing signal generating section 10 which has the zero filling part 5 the data supply part 7 the zero insert portion 9 the time multiplied part (MUX) 11 the reverse Fast Fourier Transform (IFFT) part 13 and the guard-intervals (GI) insert portion 15.

[0020]

To a receiver end. It has the synchronous timing primary detecting element 20 having the cross correlation calculation part 19 and the synchronous timing calculation part 21 and the preamble feed zone 17 which generates the preamble (org_preamble) for a synchronization of the same pattern as what is outputted from the preamble generating part 1 by the side of said transmitter.

[0021]

In the OFDM communication device shown in drawing 1 the synchronizing signal generating section 10 generates a zero amplitude reduction preamble signal in the transmitter side. That is the preamble signal (org_preamble) of the basis of the prescribed pattern supplied from the preamble generating part 1 is supplied to the ideal low pass filter (ideal LPF) which consists of FFT section 3 and the zero filling part 5. This ideal LPF is realized by carrying out zero filling of the ingredient of frequency higher than a predetermined pass band after carrying out Fast Fourier Transform of the preamble signal of a basis in FFT section 3. That is ideal LPF is realized by carrying out zero filling of the ingredient of the frequency more than

predetermined frequency.

[0022]

Such ideal LPF can consist of tables which memorized the value obtained when it lets ideal LPF pass for this input signal corresponding to the value of each input signal practical. Ideal LPF with quick speed of response is realizable with easy composition by constituting using such a table so that the output signal over a certain input signal may be acquired.

[0023]

Thus the acquired zero amplitude reduction preamble signal X is supplied to the time multiplied part 11. In the zero insert portion 9 like the above-mentioned conventional technology after the data for transmission given from the data supply part 7 performs zero insertion it is supplied to the time multiplied part 11 and time multiplied is carried out to the above-mentioned zero amplitude reduction preamble signal X. This signal by which time multiplied was carried out performs reverse Fast Fourier Transform in IFFT part 13 and inserts guard intervals in the GI insert portion 15. A transmitting OFDM signal is acquired by this.

[0024]

In a receiver end an input signal is acquired by receiving via the communications channel of a request of the transmitting OFDM signal acquired by doing in this way. This input signal calculates cross correlation with the 1-bit preamble (org_preamble) for a synchronization before letting ideal LPF pass at the transmitting side in the cross correlation calculation part 19. This cross correlation value has a peak value into a predetermined timing portion. The synchronous timing calculation part 21 computes the position which shifted only prescribed timing from the position of this peak value as a synchronous position. This can attain a symbol synchronization with a receiver end the transmitter side.

[0025]

Drawing 2 shows the amplitude pair PDF characteristic of the zero amplitude reduction preamble signal used in the OFDM communication device of this invention and the preamble signal for a synchronization in conventional technology. Here PDF is a frequency function. As compared with the conventional thing the signal component of the preamble [for a synchronization] concerning this invention near the zero has decreased so that clearly from drawing 2. Therefore an instant carrier versus a noise ratio (CNR) is conjectured that the probability which gets remarkably bad decreases and may be able to reduce the transmission power of the preamble for a synchronization.

[0026]

Drawing 3 shows the relation of the cumulative distribution function (CDF) to the electric power of the zero amplitude reduction preamble signal of this invention and the conventional preamble signal for a synchronization. It turns out that the small thing of the preamble [for a synchronization] concerning this invention of electric power has decreased as distribution so that clearly from this relation.

[0027]

In order to check the effect of this invention as compared with conventional

technology it evaluated using the simulation model shown in drawing 4 and drawing 5.

Drawing 4 shows the simulation model of a communication apparatus which has the composition concerning this invention. It is almost the same as the composition of the transmitting side of the communication apparatus with which the transmitting side is shown in drawing 1 in the composition of drawing 4. It has the preamble generating part 41, FFT section 43, the zero filling part 45, the data supply part 47, the QPSK modulation part 48, the zero insert portion 49, the time multiplied part 51, IFFT part 53, and the GI insert portion 55. However, it is shown that the QPSK modulation part 48 is formed between the data supply part 47 and the zero insert portion 49.

[0028]

In order to evaluate the signal by the side of the transmitter of above drawing 4, the multipath fading channel 57, the adding machine 59, the white noise (AWGN) generator 61, the synchronous timing primary detecting element 63, the GI removing part 65, FFT section 67, QPSK demodulation part 69, and the anglerfish dead BER calculation part 71 are formed.

[0029]

The transmitting side is provided with the preamble generating part 73, the data supply part 75, the QPSK modulation part 77, the time multiplied part 79, the zero insert portion 81, IFFT part 83, and the GI insert portion 85, as well as the composition by the side of the transmitter of said drawing 9 in the simulation model of the conventional example of drawing 5. In drawing 5, it is shown that the QPSK modulation part 77 is formed between the data supply part 75 and the time multiplied part 79. The composition of the portion evaluated in response to a signal from the such transmitter side is the same as drawing 4 and is shown by the same reference number.

[0030]

However, the synchronous timing primary detecting element 63 of drawing 4 and drawing 5 has the same composition as the synchronous timing primary detecting elements 20 and 107 by which it is shown to drawing 1 and drawing 9 respectively. The bit error rate (anglerfish dead BER) of the information by which it is not coded at the time of attenuating the transmission power of the preamble for a synchronization was made into the evaluation index.

[0031]

Drawing 6 and drawing 7 show a simulation condition. Drawing 6 shows various simulation conditions. In drawing 6, SCH shows the preamble send channel for a synchronization and DTCH shows a data transmission channel.

[0032]

Drawing 7 shows the channel model of a multipath fading channel. (a) of drawing 7 shows an impulse response waveform and shows the thing of 12 paths. T_c is a cycle of one sample of a transmitting OFDM signal. (b) of drawing 7 shows the time delay and profit of each path.

[0033]

Drawing 8 shows the simulation result obtained by doing in this way. According to this invention compared with the conventional technology using the preamble for a synchronization quantized 1 bit it turns out in anglerfish dead BER=0.05 that the transmission power of the preamble for a synchronization is small and ends only about 1 dB so that clearly from the figure. Anglerfish dead BER=0.05 shows anglerfish dead BER used as BLER(block error rate) =0.01 by the case where the Viterbi numerals of the rates 1/2 are used. In this invention the preamble for a synchronization for performing cross correlation in a receiver end is using a 1-bit thing and may be the same as the thing of the conventional 1-bit quantization as computational complexity of cross correlation.

[0034]

[Effect of the Invention]

As mentioned above in an OFDM communication device also when the electric power of the preamble for a synchronization is reduced according to this invention characteristic degradation decreases by applying the preamble which let ideal LPF pass to the preamble for a synchronization for performing the symbol synchronization of a receiver end the transmitter side so that clearly. Therefore the communication quality which was excellent even if it reduced the preamble for a synchronization in order to reduce the interference to computation time and data can be maintained.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a block diagram showing the composition of the outline of the OFDM communication device concerning one embodiment of this invention.

[Drawing 2] It is a graph which shows the amplitude pair PDF characteristic of the zero amplitude reduction preamble used by this invention as compared with conventional technology.

[Drawing 3] It is a graph which shows the electric power versus CDF characteristic at the time of using the preamble for a synchronization concerning this invention as compared with conventional technology.

[Drawing 4] It is a block diagram showing the simulation model used in order to perform the quality assessment of this invention.

[Drawing 5] It is a block diagram showing the simulation model used in order to perform the quality assessment of the communication apparatus of conventional technology.

[Drawing 6] It is an explanatory view showing the conditions of the simulation performed for the quality assessment.

[Drawing 7] It is an explanatory view showing the characteristic of the multipath fading channel used for the quality assessment.

[Drawing 8] It is a graph which compares and shows the simulation result of this invention and conventional technology.

[Drawing 9] It is a block diagram showing the composition of the outline of the conventional OFDM communication device.

[Description of Notations]

1 Preamble generating part

3 FFT section
5 Zero filling part
7 Data supply part
9 Zero insert portion
10 Synchronizing signal generating section
11 Time multiplied part
13 IFFT part
15 GI insert portion
17 Preamble signal supply part
19 Cross correlation calculation part
20 Synchronous timing primary detecting element
21 Synchronous timing calculation part

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a block diagram showing the composition of the outline of the OFDM communication device concerning one embodiment of this invention.

[Drawing 2] It is a graph which shows the amplitude pair PDF characteristic of the zero amplitude reduction preamble used by this invention as compared with conventional technology.

[Drawing 3] It is a graph which shows the electric power versus CDF characteristic at the time of using the preamble for a synchronization concerning this invention as compared with conventional technology.

[Drawing 4] It is a block diagram showing the simulation model used in order to perform the quality assessment of this invention.

[Drawing 5] It is a block diagram showing the simulation model used in order to perform the quality assessment of the communication apparatus of conventional technology.

[Drawing 6] It is an explanatory view showing the conditions of the simulation performed for the quality assessment.

[Drawing 7] It is an explanatory view showing the characteristic of the multipath fading channel used for the quality assessment.

[Drawing 8] It is a graph which compares and shows the simulation result of this invention and conventional technology.

[Drawing 9] It is a block diagram showing the composition of the outline of the conventional OFDM communication device.

[Description of Notations]

1 Preamble generating part
3 FFT section
5 Zero filling part
7 Data supply part
9 Zero insert portion

- 10 Synchronizing signal generating section
 - 11 Time multiplied part
 - 13 IFFT part
 - 15 GI insert portion
 - 17 Preamble signal supply part
 - 19 Cross correlation calculation part
 - 20 Synchronous timing primary detecting element
 - 21 Synchronous timing calculation part
-

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-236065

(P2004-236065A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int.Cl. ⁷	F 1	テーマコード (参考)
H 0 4 J 11/00	H 0 4 J 11/00	5 K 0 2 2
H 0 4 L 7/08	H 0 4 L 7/08	5 K 0 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-23165 (P2003-23165)	(71) 出願人	390009597 モトローラ・インコーポレイテッド MOTOROLA INCORPORATED アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、 イースト・アルゴンクイン・ロード1303
(22) 出願日	平成15年1月31日(2003.1.31)	(74) 代理人	100083574 弁理士 池内 義明
		(72) 発明者	秋田 英範 東京都港区南麻布3丁目20番1号 モトローラ株式会社内
		(72) 発明者	池田 哲 東京都港区南麻布3丁目20番1号 モトローラ株式会社内

最終頁に続く

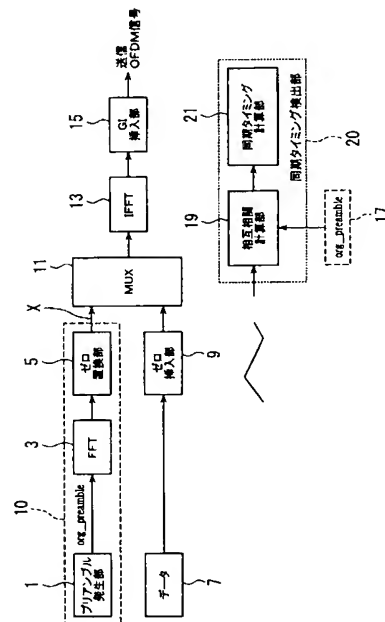
(54) 【発明の名称】 OFDM通信装置

(57) 【要約】

【課題】 OFDM通信装置において同期用プリアンプルの電力を削減した場合にも高品質の通信ができるようにする。

【解決手段】 OFDM通信装置におけるシンボル同期方法において、所定の同期用プリアンプルを理想低域通過フィルタを通すことにより時間領域におけるゼロ振幅近傍の信号成分を低減して得たゼロ振幅低減プリアンプル信号を送信データと時間多重してOFDM送信信号を生成する。受信機側では、送信側と同じパターンの所定の同期用プリアンプルと受信信号との相互相関を求め、該相互相関に基づき同期位置を検出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信機と受信機との間の同期を同期用プリアンプルを用いて行なう OFDM 通信装置における送信機であって、

所定の同期用プリアンプルを理想低域通過フィルタを通すことにより時間領域におけるゼロ振幅近傍の信号成分を低減して得たゼロ振幅低減プリアンプル信号を送信データと時間多重して OFDM 送信信号を生成することを特徴とする OFDM 通信装置における送信機。

【請求項 2】

前記理想低域通過フィルタは入力信号を高速フーリエ変換 (FFT) する FFT 部と該 FFT 部の出力の所定周波数以上の成分をゼロ置換するゼロ置換部とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 通信装置における送信機。

10

【請求項 3】

前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成されることを特徴とする請求項 2 に記載の OFDM 通信装置における送信機。

【請求項 4】

前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の OFDM 通信装置における送信機。

20

【請求項 5】

さらに、前記請求項 1 ないし 4 の内のいずれか 1 項に記載の送信機とともに用いられ、送信側と同じパターンの所定の同期用プリアンプルと受信信号との相互相関を求め、該相互相関に基づき同期位置を検出する同期タイミング検出部を具備することを特徴とする OFDM 通信装置における受信機。

【請求項 6】

前記相互相関のピーク位置から所定のタイミングだけシフトした位置を同期位置とすることを特徴とする請求項 5 に記載の OFDM 通信装置における受信機。

【請求項 7】

送信機と受信機との間の同期を同期用プリアンプルを用いて行なう OFDM 通信装置であって、

30

所定の同期用プリアンプルを理想低域通過フィルタを通すことにより時間領域におけるゼロ振幅近傍の信号成分を低減して得たゼロ振幅低減プリアンプル信号を送信データと時間多重して OFDM 送信信号を生成する送信機、および送信側と同じパターンの所定の同期用プリアンプルと受信信号との相互相関を求め、該相互相関に基づき同期位置を検出する同期タイミング検出部を備えた受信機、

を具備することを特徴とする OFDM 通信装置。

【請求項 8】

前記理想低域通過フィルタは入力信号を高速フーリエ変換 (FFT) する FFT 部と該 FFT 部の出力の所定周波数以上の成分をゼロ置換するゼロ置換部とを具備することを特徴とする請求項 7 に記載の OFDM 通信装置。

40

【請求項 9】

前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成されることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の OFDM 通信装置。

【請求項 10】

前記受信機において前記相互相関のピーク位置から所定のタイミングだけシフトした位置を同期位置とすることを特徴とする請求項 7 に記載の OFDM 通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50

【発明の属する技術分野】

本発明は、直交周波数分割多重（OFDM）通信装置におけるシンボル同期方法に関し、特に送信機と受信機との間のシンボル同期を同期用プリアンプルを使用して行なうOFDM通信装置において、同期用プリアンプルの電力を削減した場合でも通信特性の劣化を防止できるようにする技術に関する。

【0002】**【従来の技術】**

図9は、OFDM通信を行なう場合のシンボル同期を同期用プリアンプルを用いて行なう従来のOFDM通信装置の概略の構成を示す。同図の通信装置は、送信機側にプリアンプル発生部91、データ供給部93、時間多重部95、ゼロ挿入部97、逆高速フーリエ変換（IFFT）部99、ガードインターバル（GI）挿入部101を備えている。

10

【0003】

また、受信機側には、プリアンプル発生部91a、ゼロ挿入部97a、IFFT部99a、GI挿入部101aを備えた時間領域のプリアンプル（tx_preamble）を供給する部分と、同期タイミング検出部107を備えている。同期タイミング検出部107は、相互相関計算部103と同期タイミング計算部105を備えている。

【0004】

このような構成において、送信機側において、プリアンプル発生部91から供給される所定パターンのプリアンプルデータと、データ供給部93から供給される送信用データとが時間多重部（MUX）95において時間多重される。時間多重されたデータは、ゼロ挿入部97において外部信号との干渉を防ぐなどのためにゼロ挿入（ゼロ埋め）を行なった後、IFFT部99において逆高速フーリエ変換を行なう。次に、GI挿入部101において、マルチパス干渉を抑圧するためガードインターバル（GI）を加えて、ガードインターバルおよび情報部分からなるOFDMシンボルからなる送信OFDM信号を生成する。

20

【0005】

受信機側においては、送信機側と同じパターンで生成される時間領域の同期用プリアンプル（tx_preamble）を生成する。この同期用プリアンプルは、プリアンプル発生部91a、ゼロ挿入部97a、IFFT部99aおよびGI挿入部101aによって生成される。このような時間領域の同期用プリアンプル（tx_preamble）は相互相関計算部103において、送信機側から送られた受信信号と相互相関が計算される。同期タイミング計算部105は、このピーク値の位置から所定時間だけシフトした位置を求め、同期タイミングデータを生成する。これによって、OFDM通信装置における、送信機側と受信機側とのシンボル同期を行なうことができる。

30

【0006】

ただし、受信機側で相互相関を求めるために使用する同期用プリアンプル（tx_preamble）は、ガウス分布を有し、ダイナミックレンジが広い分多くのビット数を必要とし、相互相関計算部103における計算量が膨大になる。このため、同期用プリアンプルとして、時間領域の同期用プリアンプルを1ビットに量子化して相互相関計算部103の計算量を減らすことが提案されている。（「周波数選択性フェージング環境におけるOFDM通信システムのタイミング同期方式」、電子情報通信学会論文誌B，Vol. J84-B No. 7, pp. 1255-1264 2001年7月、平ら他。）

40

【0007】**【発明が解決しようとする課題】**

上述のように、従来技術において、時間領域の同期用プリアンプルと受信信号との相互相関の計算は、両信号の振幅分布が平均値0のガウス分布のため、計算量が多く実用的でなく、従って同期用プリアンプルを1ビットに量子化して用いることが提案されている。また、OFDM通信装置においては、相互相関の計算時間、および同期用プリアンプルのデータへの干渉を減らすため、同期用プリアンプルの送信電力をできるだけ低減することが望ましい。しかしながら、上述のように同期用プリアンプルを1ビットに量子化して使用した場合には、同期用プリアンプルの送信電力を減らすとビットエラー率（BER）など

50

の通信特性が劣化してしまうという不都合があった。

【0008】

したがって、本発明は、上記従来技術における問題点に鑑み、同期用プリアンプルの送信電力を低減した場合にも、従来より特性劣化を少なくすることができるOFDM通信装置におけるシンボル同期方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の一態様によれば、送信機と受信機との間の同期を同期用プリアンプルを用いて行なうOFDM通信装置における送信機が提供され、該送信機は所定の同期用プリアンプルを理想低域通過フィルタを通すことにより時間領域におけるゼロ振幅近傍の信号成分を低減して得たゼロ振幅低減プリアンプル信号を送信データと時間多重してOFDM送信信号を生成することを特徴とする。

10

【0010】

この場合、前記理想低域通過フィルタは入力信号を高速フーリエ変換（FFT）するFFT部と該FFT部の出力の所定周波数以上の成分をゼロ置換するゼロ置換部とを具備すると好都合である。

【0011】

また、前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成することができる。

20

【0012】

さらに、前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成されると好都合である。

【0013】

本発明の別の態様では、前記送信機とともに用いられ、送信側と同じパターンの所定の同期用プリアンプルと受信信号との相互相関を求め、該相互相関に基づき同期位置を検出する同期タイミング検出部を具備するOFDM通信装置における受信機が提供される。

【0014】

この場合、前記相互相関のピーク位置から所定のタイミングだけシフトした位置を同期位置とすると好都合である。

30

【0015】

本発明のさらに別の態様では、送信機と受信機との間の同期を同期用プリアンプルを用いて行なうOFDM通信装置が提供され、該OFDM通信装置は所定の同期用プリアンプルを理想低域通過フィルタを通すことにより時間領域におけるゼロ振幅近傍の信号成分を低減して得たゼロ振幅低減プリアンプル信号を送信データと時間多重してOFDM送信信号を生成する送信機、および送信側と同じパターンの所定の同期用プリアンプルと受信信号との相互相関を求め、該相互相関に基づき同期位置を検出する同期タイミング検出部を備えた受信機、を具備することを特徴とする。

【0016】

この場合、前記理想低域通過フィルタは入力信号を高速フーリエ変換（FFT）するFFT部と該FFT部の出力の所定周波数以上の成分をゼロ置換するゼロ置換部とを具備すると好都合である。

40

【0017】

また、前記理想低域通過フィルタは各入力信号の値に対応して該入力信号を前記理想低域通過フィルタを通した場合に得られる値を記憶したテーブルによって構成されることができる。

【0018】

さらに、前記受信機において前記相互相関のピーク位置から所定のタイミングだけシフトした位置を同期位置とすると好都合である。

50

【0019】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して本発明の好ましい実施形態につき説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係わるOFDM通信装置の概略の構成を示す。同図の通信装置は、送信機側にプリアンプル発生部1と、高速フーリエ変換（FFT）部3と、ゼロ置換部5とを有する同期信号生成部10、データ供給部7、ゼロ挿入部9、時間多重部（MUX）11、逆高速フーリエ変換（IFFT）部13、およびガードインターバル（GI）挿入部15を備えている。

【0020】

また、受信機側には、相互相関計算部19と同期タイミング計算部21を備えた同期タイミング検出部20、および前記送信機側のプリアンプル発生部1から出力されるものと同じパターンの同期用プリアンプル（org_preamble）を生成するプリアンプル供給部17を備えている。

【0021】

図1に示されるOFDM通信装置においては、送信機側において、同期信号生成部10がゼロ振幅低減プリアンプル信号を発生する。すなわち、プリアンプル発生部1から供給される所定パターンのもとのプリアンプル信号（org_preamble）がFFT部3およびゼロ置換部5からなる理想低域通過フィルタ（理想LPF）に供給される。この理想LPFは、もとのプリアンプル信号をFFT部3において、高速フーリエ変換した後、所定の通過帯域より高い周波数の成分をゼロ置換することにより実現される。すなわち、所定の周波数以上の周波数の成分をゼロ置換することにより理想LPFが実現される。

【0022】

なお、実用的には、このような理想LPFは、各入力信号の値に対応して該入力信号を理想LPFを通した場合に得られる値を記憶したテーブルで構成することができる。このようなテーブルを用いて、ある入力信号に対する出力信号を得よう構成することにより、簡単な構成で応答速度の速い理想LPFを実現することができる。

【0023】

このようにして得られたゼロ振幅低減プリアンプル信号Xは、時間多重部11に供給される。また、データ供給部7から与えられる送信用データはゼロ挿入部9において、前述の従来技術と同様に、ゼロ挿入を行なった後時間多重部11に供給され、上記ゼロ振幅低減プリアンプル信号Xと時間多重される。この時間多重された信号は、IFFT部13において逆高速フーリエ変換を行ない、かつGI挿入部15においてガードインターバルを挿入する。これによって、送信OFDM信号が得られる。

【0024】

受信機側では、このようにして得られた送信OFDM信号を所望の通信チャネルを介して受信することにより受信信号を得る。この受信信号は、相互相関計算部19において、送信側で理想LPFを通す前の1ビットの同期用プリアンプル（org_preamble）との相互相関を計算する。この相互相関値は所定のタイミング部分にピーク値を有する。同期タイミング計算部21は、このピーク値の位置から所定タイミングだけシフトした位置を同期位置として算出する。これによって、送信機側と受信機側とのシンボル同期が達成できる。

【0025】

図2は、本発明のOFDM通信装置において用いられるゼロ振幅低減プリアンプル信号と、従来技術における同期用プリアンプル信号の振幅対PDF特性を示す。ここで、PDFは確率密度関数である。図2から明らかなように、本発明に係わる同期用プリアンプルは従来のものと比較してゼロ近傍の信号成分が少なくなっている。したがって、瞬時キャリア対ノイズ比（CNR）が著しく悪くなる確率が減ると推測され、同期用プリアンプルの送信電力を軽減できる可能性がある。

【0026】

また、図3は、本発明のゼロ振幅低減プリアンプル信号と、従来の同期用プリアンプル信

10

20

30

40

50

号との電力に対する累積分布関数（CDF）の関係を示す。この関係から明らかなように、本発明に係わる同期用プリアンプルは電力の小さいものが分布として少なくなっていることが分かる。

【0027】

本発明の効果を従来技術と比較して確認するため、図4および図5に示されるシミュレーションモデルを用いて評価を行なった。

図4は、本発明に係わる構成を有する通信装置のシミュレーションモデルを示す。図4の構成において、送信側は、図1に示される通信装置の送信側の構成とほぼ同じであり、プリアンプル発生部41、FFT部43、ゼロ置換部45、データ供給部47、QPSK変調部48、ゼロ挿入部49、時間多重部51、IFFT部53、およびGI挿入部55を備えている。ただし、データ供給部47とゼロ挿入部49との間にQPSK変調部48が設けられていることが示されている。

10

【0028】

以上のような図4の送信機側の信号を評価するために、マルチパスフェージングチャネル57、加算器59、白色雑音（AWGN）発生器61、同期タイミング検出部63、GI除去部65、FFT部67、QPSK復調部69、およびアンコードドBER計算部71が設けられている。

【0029】

図5の従来例のシミュレーションモデルでは、送信側は前記図9の送信機側の構成と同様に、プリアンプル発生部73、データ供給部75、QPSK変調部77、時間多重部79、ゼロ挿入部81、IFFT部83、およびGI挿入部85を備えている。なお、図5においては、データ供給部75と時間多重部79との間にQPSK変調部77が設けられていることが示されている。このような送信機側から信号を受けて評価する部分の構成は図4と同じであり、同じ参照数字で示されている。

20

【0030】

ただし、図4および図5の、同期タイミング検出部63は、それぞれ図1および図9に示される同期タイミング検出部20および107と同じ構成としている。また、同期用プリアンプルの送信電力を減衰させた場合の符号化されていない情報のビットエラーレート（アンコードドBER）を評価指標とした。

【0031】

また、図6および図7はシミュレーション条件を示す。図6は、各種シミュレーション条件を示す。なお、図6においてSCHは同期用プリアンプル送信チャネルを示し、DTCはデータ送信チャネルを示す。

30

【0032】

図7はマルチパスフェージングチャネルのチャネルモデルを示す。図7の（a）は、インパルス応答波形を示し、12パスのものを示している。なお、 T_c は、送信OFDM信号の1サンプルの周期である。また、図7の（b）は、各パスの遅延時間および利得を示す。

【0033】

図8は、このようにして得られたシミュレーション結果を示す。同図から明らかなように、本発明によれば、1ビット量子化した同期用プリアンプルを用いる従来技術に比べて、アンコードドBER=0.05において、約1dBだけ同期用プリアンプルの送信電力が小さくて済むことが分かる。なお、アンコードドBER=0.05は、レート1/2のビタビ符号を用いた場合で、BLER（ブロック誤り率）=0.01となるアンコードドBERを示している。なお、本発明においては、受信機側において相互相関を行なうための同期用プリアンプルは1ビットのものを使用しており、相互相関の計算量としては従来の1ビット量子化のものと同じでよい。

40

【0034】

【発明の効果】

以上から明らかなように、本発明によれば、OFDM通信装置において、送信機側と受信

50

機側のシンボル同期を行なうための同期用プリアンプルに理想LPFを通したプリアンプルを適用することで、同期用プリアンプルの電力を削減した場合にも特性劣化が少なくなる。したがって、計算時間およびデータへの干渉を減らすために同期用プリアンプルを減らしても優れた通信品質を保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係わるOFDM通信装置の概略の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明で使用するゼロ振幅低減プリアンプルの振幅対PDF特性を、従来技術と比較して示すグラフである。

【図3】本発明に係わる同期用プリアンプルを使用した場合の電力対CDF特性を従来技術と比較して示すグラフである。 10

【図4】本発明の性能評価を行なうために使用したシミュレーションモデルを示すブロック図である。

【図5】従来技術の通信装置の性能評価を行なうために使用したシミュレーションモデルを示すブロック図である。

【図6】性能評価のために行なったシミュレーションの条件を示す説明図である。

【図7】性能評価のために使用したマルチパスフェージングチャネルの特性を示す説明図である。

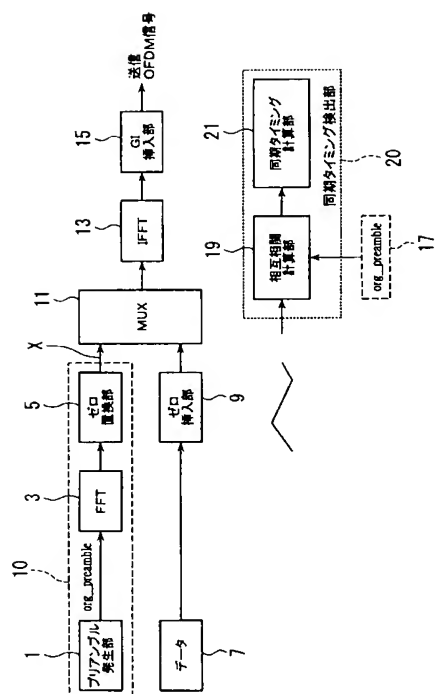
【図8】本発明と従来技術とのシミュレーション結果を比較して示すグラフである。

【図9】従来のOFDM通信装置の概略の構成を示すブロック図である。 20

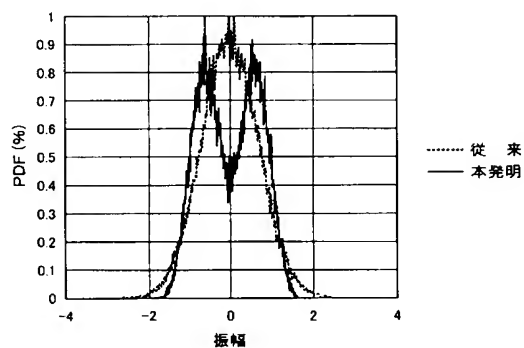
【符号の説明】

- 1 プリアンプル発生部
- 3 FFT部
- 5 ゼロ置換部
- 7 データ供給部
- 9 ゼロ挿入部
- 10 同期信号生成部
- 11 時間多重部
- 13 IFFT部
- 15 GI挿入部
- 17 プリアンプル信号供給部
- 19 相互相関計算部
- 20 同期タイミング検出部
- 21 同期タイミング計算部

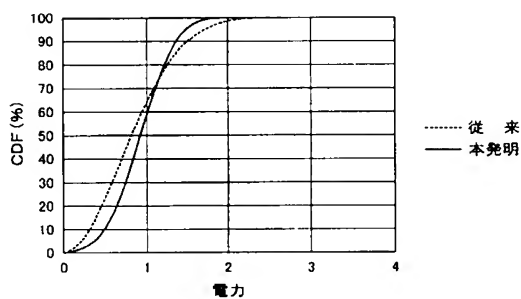
【 义 1 】



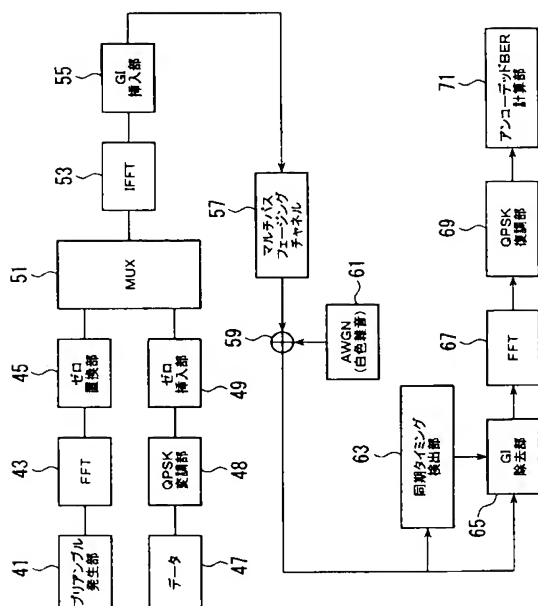
【図 2】



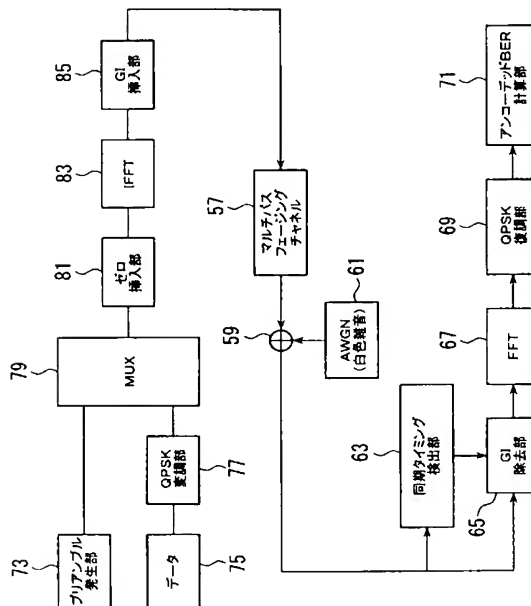
【図 3】



【图 4】



【 図 5 】

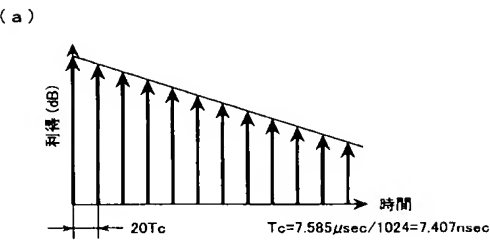


【図 6】

帯域幅	101.25MHz
サブキャリア数	768
IFFT/FFTポイント数	1024
OFDMシンボル期間 (有効データ+GI)	9.259 μ sec(1024サンプル+226サンプル) (7.585 μ sec+1.674 μ sec)
フレーム長さ	55 OFDMシンボル(52DTCH12PICH1SCH)
変調	QPSK
チャネルモデル	図7参照
他セル妨害	ガウス分布 (CNR=12dB)
チャネル推定	パイロットシンボル補助推定
SCH/DTCH	0, -2, -4, -6, -8, -10dB

シミュレーション条件

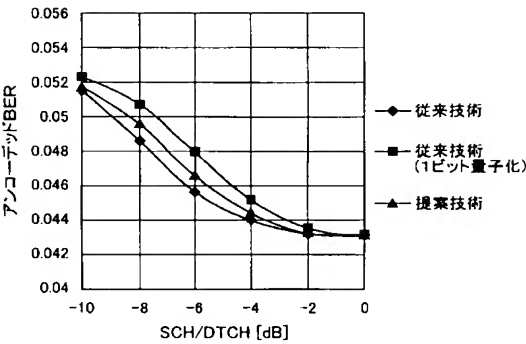
【図 7】



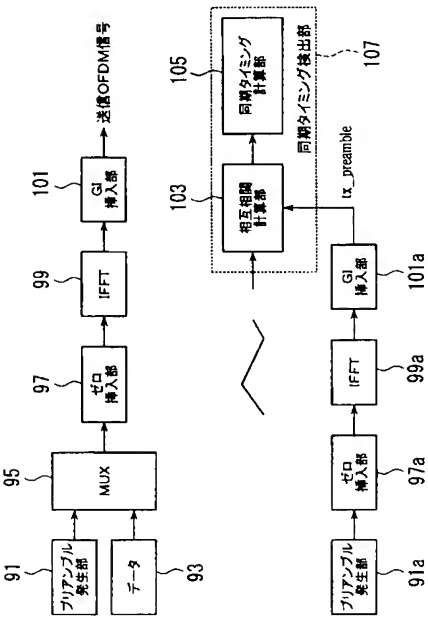
(b)

パス #	遅延 [ns]	利得 [dB]
1	0.000	0.000
2	148.145	-1.000
3	296.289	-2.000
4	444.436	-3.000
5	592.578	-4.000
6	740.723	-5.000
7	888.867	-6.000
8	1037.012	-7.000
9	1185.156	-8.000
10	1333.301	-9.000
11	1481.445	-10.000
12	1629.590	-11.000

【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD18 DD19 DD23 DD33 DD42
5K047 AA15 BB01 HH01 HH15 HH53 MM02 MM11 MM33